



- 1 Estimar el contenido de azufre de cada combustible (expresado como porcentaje de todos los combustibles excepto el gas natural) en la Columna B. El contenido de azufre del gas natural deberá expresarse en g/m^3 y no como porcentaje.
- 2 Estimar la retención de azufre en la ceniza (en %) en la Columna C.
- 3 Estimar la eficiencia de las medidas de reducción de las emisiones (en %) en la Columna D.
- 4 Estimar el valor calorífico neto (expresado en TJ/kt para todos los combustibles excepto el gas natural) en la Columna E. El valor calorífico neto del gas natural debe expresarse en kJ/m^3 .
- 5 Para todos los combustibles excepto el gas natural, calcular el factor de emisión de SO_2 de la manera siguiente: 2 multiplicado por [% contenido de azufre (Columna B) / 100] multiplicado por [1 / valor calorífico neto (Columna E)] multiplicado por 10^6 multiplicado por [(100 - % retención de azufre en la ceniza (Columna C)) / 100] multiplicado por [(100 - % eficiencia de las medidas de reducción de las emisiones (Columna D)) / 100]. Indicar los resultados en la Columna F.

Como el contenido de azufre del gas natural se expresa en g/m^3 y no como porcentaje, deberá calcularse el factor de emisión de SO_2 como sigue: 2 multiplicado por el % del contenido de azufre (Columna B) multiplicado por [1 / valor calorífico neto (Columna E)] multiplicado por 10^6 multiplicado por [(100 - % retención de azufre en la ceniza (Columna C)) / 100] multiplicado por [(100 - % eficiencia de las medidas de reducción de las emisiones (Columna D)) / 100].

PASO 3 ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES

- 1 Para cada combustible, multiplicar el consumo de combustible (Columna A) por el factor de emisión calculado para el SO_2 (Columna F). Indicar los resultados en la Columna G.
- 2 Calcular el total de las emisiones sumando los tipos de combustibles en la Columna G. Las emisiones de los *bunkers* internacionales no deberán incluirse en los totales.

QUEMA DE COMBUSTIBLES - NIVEL 2

1.4 Emisiones procedentes del transporte aéreo

Introducción

Las emisiones procedentes del transporte aéreo obedecen a la utilización de queroseno para aviones de reacción y de gasolina de aviación para otros tipos de aviones. Las emisiones de gases distintos del CO₂ varían considerablemente dependiendo del modo de operación y del diseño de los motores. Las estimaciones fiables de los gases distintos del CO₂ procedentes del transporte aéreo requieren un análisis detallado de las características de la flota, el tipo y cantidad de combustible consumido y el Tiempo en el modo (TIM) de las flotas de aviones que utilicen los aeropuertos nacionales.

Esta metodología de Nivel 2 se aplica sólo al combustible para reactores consumido por los motores a reacción. La gasolina de aviación se utiliza solamente por los aviones muy pequeños y por lo general representa menos del 1% del consumo de combustible de la aviación.

Para los fines del inventario de emisiones, se establece una distinción entre los vuelos nacionales y los internacionales.

- La *Aviación nacional* (I A 3 a ii) incluye todo el tráfico nacional civil de pasajeros y carga en un país. Todas las etapas de vuelo entre dos aeropuertos dentro de un país se consideran interiores, independientemente de la nacionalidad del transportista o el destino posterior del avión.³
- *Aviación internacional* (I A 3 a i) incluye todo el tráfico aéreo que entra o sale de un país. Se da por supuesto que el número de salidas es idéntico al de llegadas.
- Los *ciclos de aterrizaje y despegue (LTO)* se clasifican (interior o internacional) atendiendo a la etapa de vuelo a la que pertenecen. Como la mayoría de los vuelos se consideran vuelos de ida y vuelta, el

³ Si un avión viaja de un aeropuerto de un país a otro en el mismo país y más tarde despegue con rumbo a un tercer aeropuerto en otro país, la primera etapa de vuelo se considera un viaje nacional, y la segunda, un vuelo internacional. Por otra parte, el tipo de actividad (LTO, crucero, nacional, internacional) es independiente de la nacionalidad del transportista. Ese tratamiento de los vuelos nacionales e internacionales difiere del recomendado a los Estados por la Organización de la Aviación Civil Internacional (OACI, 1994). La OACI define como interiores todas las etapas del vuelo entre puntos nacionales por una aerolínea registrada en ese Estado y, por lo tanto, excluye los vuelos entre puntos nacionales realizados por aerolíneas extranjeras.



combustible utilizado durante el aterrizaje y el despegue se considerará equivalente a un despegue y un aterrizaje.

Las operaciones de las aeronaves se dividen en dos partes:

- *Ciclo de aterrizaje/despegue (LTO)*⁴ que incluye todas las actividades en las proximidades del aeropuerto que ocurren a una altitud inferior a 914 metros (3000 pies). Éstas incluyen el rodaje, ascenso y descenso.
- *Crucero*, que incluye todas las actividades que tienen lugar a altitudes superiores a los 914 metros (3000 pies). No se fija un límite superior.

Fuentes de los datos

Siempre que sea posible, deberán emplearse los datos disponibles a nivel local. El consumo de combustible y la información sobre los LTO pueden obtenerse de los aeropuertos nacionales. Las aerolíneas pueden suministrar información sobre el número total de aeronaves por tipo y clase de motores. En las Tablas del *Manual de Referencia* se indican algunos factores de emisión. En la metodología de Nivel 2, los factores de emisión están basados en la flota aérea nacional específica y en el TIM del aeropuerto típico (ICAO Engine Exhaust Emissions Databank, Organización de la Aviación Civil Internacional). Pueden consultarse también otras fuentes como: US EPA (1985): *Compilation of air pollutant emission factors*, Vol. II: Mobile sources, 4a. edición, y US Office of Environment and Energy 1991) *FAA Aircraft Emission Database User's Manual*.

Metodología

Para emplear el método del Nivel 2, es necesario conocer los tipos de aviones utilizados en los vuelos nacionales e internacionales, así como el número de ciclos de aterrizaje y despegue para cada tipo de aeronave. Si no estuviere disponible esa información para cada tipo de avión, se recomienda utilizar el método del Nivel 1.

En el Método del Nivel 2 el cálculo de las emisiones procedentes del transporte aéreo se divide en 4 Pasos:

- Paso 1: Estimación del consumo total de combustible por la aviación nacional e internacional.
- Paso 2: Estimación del consumo de combustible para los ciclos LTO para cada tipo de avión.
- Paso 3: Estimación del consumo de combustible para las actividades de crucero para cada tipo de avión.
- Paso 4: Estimación de las emisiones para cada gas.

⁴ Algunas estadísticas contabilizan el aterrizaje o el despegue como una operación. **Sin embargo, la definición de la operación de LTO incluye tanto el despegue como el aterrizaje tomados en su conjunto.**

Cómo llenar la Hoja de trabajo

Utilice la HOJA DE TRABAJO I-5: EMISIONES PROCEDENTES DEL TRANSPORTE AÉREO (NIVEL 2) para anotar los datos correspondientes a este submódulo.

PASO 1 ESTIMACIÓN DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE EN VUELOS NACIONALES E INTERNACIONALES

- 1 Anotar en la columna A la Cantidad Total de Combustible Vendido para todos los vuelos (en kt).
- 2 Indicar en la columna B la Cantidad Total de Combustible Vendido para los vuelos nacionales (en kt).
- 3 Calcular la Cantidad Total de Combustible vendido para los vuelos internacionales restando el total del combustible vendido para los vuelos nacionales (Columna B) del total del combustible vendido (Columna A); anotar el resultado en la Columna C.

PASO 2 ESTIMACIÓN DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE EN LOS CICLOS DE ATERRIZAJE Y DESPEGUE PARA CADA TIPO DE AVIÓN

Los siguientes cálculos para la aviación nacional y la internacional deberán realizarse por separado.

- 1 Anotar en la Columna D el total de LTO para cada tipo de avión ($a_1..a_n$) y ($b_1..b_n$).
- 2 Indicar en la Columna E el consumo de combustible por LTO (en t/LTO) (los valores por defecto se indican en el *Manual de Referencia*, Sección I.5.3.5).
- 3 Calcular el consumo de combustible en actividades de LTO para cada tipo de avión ($a_1..a_n$) y ($b_1..b_n$) en toneladas multiplicando el combustible utilizado en cada ciclo de aterrizaje y despegue (Columna E) por el número de LTO para ese tipo específico de avión (Columna D); indicar los resultados en la Columna F.
- 4 Calcular el total del combustible utilizado en actividades de aterrizaje y despegue sumando los resultados correspondientes a cada tipo de avión en la Columna F; anotar los resultados en las casillas correspondientes a $Total_a$ y $Total_b$ de la Columna F.



PASO 3 ESTIMACIÓN DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE EN ACTIVIDADES DE CRUCERO PARA CADA TIPO DE AERONAVE

Deberán realizarse los siguientes cálculos por separado para la aviación nacional y la internacional.⁵

- 1 Anotar en la Columna G la cantidad total en toneladas del combustible vendido para vuelos nacionales (Columna B multiplicada por 1000) y la cantidad total en toneladas del combustible vendido para la aviación internacional (Columna C multiplicada por 1000).
- 2 Calcular el consumo total de combustible para las actividades de *crucero* restando del total de combustible vendido (Columna G) la cantidad total de combustible utilizado en actividades de aterrizaje y despegue (total de la Columna F); indicar los resultados en la Columna H.
- 3 Calcular el consumo de combustible correspondiente a las *actividades de crucero* para cada tipo de avión como sigue: total del combustible utilizado en actividades de crucero (total de la Columna H) x (número de ciclos de aterrizaje y despegue para cada tipo de avión (Columna D) / número total de ciclos de aterrizaje y despegue (total en la Columna D)); indicar el resultado en la Columna I.

PASO 4 ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE CADA TIPO DE GAS

Sacar siete fotocopias de la Hoja 3 y realizar los siguientes cálculos para cada tipo de gas (CO₂, CH₄, N₂O, NO_x, CO, COVDM y SO₂). Los cálculos correspondientes a la aviación nacional e internacional deberán hacerse por separado.

- 1 Indicar en la Columna J los factores de emisión por ciclo de aterrizaje y despegue para cada tipo de avión (en kg/LTO). En la Sección 1.5.3.5 del *Manual de Referencia* se presentan los factores de emisión por defecto.
- 2 Calcular las emisiones procedentes de los ciclos de aterrizaje y despegue para cada tipo de avión (en toneladas) multiplicando el número total de ciclos LTO por tipo de avión (Columna D) por el factor de emisión por LTO (Columna J) y dividiendo seguidamente por 1000. Anotar los resultados en la Columna K.
- 3 Indicar en la Columna L los factores de emisión por combustible consumido en las actividades de crucero para los diferentes tipos de

⁵ Este método parte del supuesto de que la proporción del combustible consumido en modo crucero por un tipo de avión será en gran medida proporcional al número de ciclos LTO de ese tipo de avión. Se reconoce que el empleo de este método podría no dar cuenta cabalmente de la contribución de los aviones de mayor tamaño. Sin embargo, se ha adoptado este supuesto simplificado para reducir al mínimo la cantidad de datos específicos sobre los aviones necesarios para los cálculos del método del Nivel 2.

aviones (en kg/t). En la Sección 1.5.3.5 del *Manual de Referencia* aparecen los factores de emisión por defecto.

- 4 Calcular las emisiones procedentes de las actividades de crucero para cada tipo de avión (en toneladas) multiplicando el combustible utilizado en las actividades de crucero (Columna I) por el factor de emisión por combustible consumido en actividades de crucero (Columna L) y dividiendo a continuación por 1000. Anotar los resultados en la Columna M.
- 5 Calcular el total de las emisiones para cada tipo de avión (en Gigagramos) sumando las emisiones de las actividades de aterrizaje y despegue (Columna K) y las emisiones de las actividades de crucero (Columna M) y dividiendo por 1000. Indicar los resultados en la Columna N.
- 6 Calcular el total de las emisiones procedentes del transporte aéreo sumando los resultados para cada tipo de avión en la Columna N; indicar los resultados en las filas correspondientes a Total_a y Total_b de la Columna N.

FUENTES FUGITIVAS

1.5 Emisiones de metano procedentes de las actividades de extracción y manipulación del carbón

Introducción

El proceso de la formación del carbón, conocido normalmente como carbonificación, genera de forma inherente metano y otros productos. El grado de carbonificación (definido por el grado de hullificación) determina la cantidad de metano que se produce; una vez generado, la cantidad de metano almacenado en el carbón depende de la presión y la temperatura de la veta carbonífera y de otras características menos conocidas del carbón. El metano permanece almacenado en el carbón hasta que se reduce la presión a que está sometido el carbón, lo que puede obedecer a la erosión de los estratos superiores o al trabajo de extracción del carbón. Una vez liberado, el metano fluye a través del carbón hacia una región de menor presión (por ejemplo, una mina de carbón) y escapa a la atmósfera.

La cantidad de CH₄ generado durante el trabajo de extracción depende principalmente del grado de hullificación del carbón y de la profundidad a que se encuentre, así como de otros factores como la humedad. Si dos vetas de carbón tienen el mismo grado de hullificación, la más profunda contendrá más CH₄ porque, en igualdad de condiciones, la presión es superior a mayor profundidad. Por consiguiente, la mayor parte del metano que escapa a la atmósfera proviene de las minas subterráneas y no de las minas a cielo abierto. Debido a esto, se da por supuesto que los factores de emisión de metano para el carbón extraído a cielo abierto son inferiores a los de las minas subterráneas.



Las emisiones de metano pueden obedecer también a actividades posteriores a la extracción del mineral como son el procesamiento, el transporte y la utilización del carbón. La liberación del metano obedece principalmente al aumento de la superficie de contacto, lo que permite una mayor liberación de CH_4 del carbón. El transporte del carbón contribuye a las emisiones de CH_4 , porque éste se libera del carbón y se escapa directamente a la atmósfera durante su transporte (por ejemplo, en vagones de ferrocarril). El carbón puede liberar también metano durante la preparación para su uso final. Por ejemplo, en la producción de acero, el carbón se tritura hasta que las partículas se reducen a un tamaño inferior a 5 mm, lo que aumenta considerablemente la superficie de contacto del carbón, permitiendo una mayor desabsorción de CH_4 .

Fuentes de los datos

Los datos básicos necesarios para llevar a cabo estos cálculos son, como mínimo, la cantidad de carbón extraído por tipo de mina (subterránea o a cielo abierto). Se deberán emplear los datos locales si están disponibles y son fiables.

Las cifras de la producción de carbón en minas subterráneas y a cielo abierto se pueden obtener de la OCDE/AIE (para algunos países miembros de la OCDE). También están disponibles las cifras de la producción de carbón por tipos (carbón de llama corta y lignito) para la mayoría de los países.

NIVELES ALTERNATIVOS DE DETALLE

La información presentada en este *Libro de Trabajo*, incluidos los factores de emisión globales por defecto, permiten realizar el cálculo correspondiente al nivel del *Nivel 1*. Los cálculos de *Nivel 2* tienen la misma estructura, pero habría que usar factores de emisión específicos del país o de las cuencas si están disponibles localmente. Si un país es capaz de realizar estimaciones al nivel del *Nivel 3*, esto indica que ya están disponibles las estimaciones de las emisiones (procedentes de mediciones directas) y que no se necesita la metodología del *Libro de Trabajo* para calcular las emisiones. Los países que cuenten con estimaciones del *Nivel 3* pueden pasar directamente al volumen *Instrucciones para realizar el Informe de estas Directrices* en que se aborda el tema de la generación del informe y la documentación de las estimaciones de las emisiones.

Para cada componente de la actividad minera se debe utilizar el nivel más elevado posible de la metodología de estimación. Se acepta la presentación de estimaciones utilizando distintas gradas para diferentes componentes, siempre y cuando el nivel de cálculo esté claramente identificado para cada componente. Por ejemplo, incluso si se utiliza el *Nivel 3* para estimar las emisiones subterráneas, pueden emplearse los métodos de *Nivel 1* ó *2* para estimar las emisiones de otros componentes de la actividad minera.

USO DE LA HOJA DE TRABAJO

- Hacer una copia de la hoja de trabajo que aparece al final de esta sección para completar el inventario.
- No escriba en el original de la hoja de trabajo para que pueda hacer copias adicionales en caso necesario.

Metodología

Por recomendación de un grupo de expertos (véase la Sección 1.7 del *Manual de Referencia*), los cálculos se han organizado alrededor de una fórmula sencilla que relaciona las toneladas de la producción de carbón con las emisiones totales de CH₄ procedentes de las actividades de *extracción y posteriores a la extracción*.

El *Libro de Trabajo* permite al usuario trabajar a diferentes niveles de detalle (tema que se aborda en más detalle en el *Manual de Referencia*).

El Nivel 1 es el menos preciso y se basa en los factores mundiales medios de emisión.

El método del Nivel 2 se puede emplear si el país posee suficiente información para calcular factores medios de emisión propios. Se pueden llevar a cabo cálculos más detallados preparando ejemplares adicionales de la hoja de trabajo y dividiendo los cálculos en componentes subnacionales para los cuales existan factores de emisión más específicos.

El método del Nivel 3 se basa en mediciones de las emisiones de ventilación y desgasificación en minas específicas. Se recomienda utilizar ese método si se cuenta con los datos pertinentes, ya que permite lograr estimaciones mucho más precisas para cada país.

La ecuación para calcular las emisiones de CH₄ en las actividades mineras es:

$$\begin{array}{ccccccc} \text{Emisiones de} & = & \text{Producción} & \times & \text{Factor de} & \times & \text{Factor de} \\ \text{CH}_4 & & \text{de carbón} & & \text{emisión} & & \text{conversión} \\ \text{(Gg)} & & \text{(10}^6 \text{ t)} & & \text{(m}^3 \text{ CH}_4 \text{ /} & & \text{(Gg CH}_4 \text{ /} \\ & & & & \text{tonelada de} & & \text{10}^6 \text{ m}^3 \text{ CH}_4 \text{)} \\ & & & & \text{carbón)} & & \end{array}$$

Cómo llenar la Hoja de trabajo

Utilice la HOJA DE TRABAJO I-6: EMISIONES DE METANO PROCEDENTES DE LA EXTRACCIÓN Y MANIPULACIÓN DEL CARBÓN para anotar las cifras de este submódulo.

PASO I ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE METANO PROCEDENTES DE LA EXTRACCIÓN Y MANIPULACIÓN DEL CARBÓN

- 1 Anotar en la columna A la cantidad de carbón producido para cada tipo de actividad minera, en millones de toneladas.

La cantidad total de carbón deberá concordar con la que aparece en el submódulo correspondiente al *CO₂ procedente de la Energía* (HOJA DE TRABAJO I-1, Hoja 1, Columna A).

- 2 Seleccionar un Factor de Emisión de la Tabla I-5 que aparece más abajo. Repetir el cálculo para cada tipo de actividad minera incluida en el inventario. Seleccionar una cifra dentro de la gama de posibles valores que sea apropiada para el país objeto de estudio. Si no se dispone de información para seleccionar una cifra, deberá emplearse un valor medio. Indicar el valor en la Columna B.



**TABLA I-5
FACTORES DE EMISIÓN ALTOS Y BAJOS PARA LAS ACTIVIDADES
MINERAS (M³/TONELADA)**

Factor de emisión	Tipo de mina/actividad	
	Subterránea	Cielo abierto
Minería	10 - 25	0,3 - 2,0
Post-minería	0,9 - 4,0	0 - 0,2

Fuente: Compilada a partir de varios estudios de países que se resumen en el Manual de Referencia.

- 3 Multiplicar la Cantidad de Carbón Producida (Columna A) por el Factor de Emisión (Columna B) para obtener las Emisiones de Metano (en millones de metros cúbicos) para cada tipo de actividad minera. Anotar el resultado en la Columna C.

PASO 2 CONVERSIÓN DE LAS EMISIONES DE METANO EN M³ A EMISIONES DE METANO EN GIGAGRAMOS

- 1 Indicar un Factor de Conversión en la Columna D.

El factor de conversión permite convertir los volúmenes de CH₄ a una medida por peso (gigagramos) atendiendo a la densidad del metano a 20°C y a la presión de 1 atmósfera. Ese factor de conversión, expresado en una forma más adecuada para este *Libro de Trabajo*, es 0,67 Gg/10⁶ m³.

- 2 Multiplicar las Emisiones de Metano en millones de m³ por el Factor de Conversión para obtener las Emisiones de Metano en gigagramos. Anotar el resultado en la Columna E. Sumar las cifras e indicar el total en la casilla correspondiente en la parte inferior de la columna.

1.6 Emisiones de metano de las actividades de petróleo y gas natural

Introducción

Las emisiones fugitivas de metano procedentes de las actividades de petróleo y gas representan aproximadamente entre 30 y 70 teragramos de las emisiones anuales de metano en todo el mundo. Esta categoría incluye todas las emisiones procedentes de la producción, procesamiento, transporte y uso de petróleo y gas natural, y de la combustión no productiva. Excluye el uso del petróleo y el gas o de los productos derivados de los combustibles para proporcionar energía para uso interno, en el procesamiento y transporte de la producción de energía. Estas últimas se consideran quema de combustibles y se abordan en una sección anterior de este capítulo. Sin embargo, las emisiones fugitivas incluyen las emisiones resultantes de la combustión del gas natural durante las operaciones de quema en mechurrios. Las fuentes de emisiones en los sistemas de petróleo y gas incluyen:

- las emisiones durante el funcionamiento normal, como son las emisiones relacionadas con la ventilación y quema en mechurrios durante la

producción de petróleo y gas, las fugas crónicas o las descargas de las chimeneas de proceso;

- las emisiones durante las reparaciones y el mantenimiento; y
- las emisiones debidas a problemas y accidentes en los sistemas.

Para calcular las emisiones de metano procedentes de las actividades de petróleo y gas en el país para el que se prepara el inventario, serán necesarios los siguientes datos energéticos:

Petróleo	Gas
Número de pozos perforados	Cantidad de gas producido
Cantidad de petróleo producido	Cantidad de gas consumido
Cantidad de petróleo refinado	

Serán necesarios además factores de emisión como se examina a continuación.

Fuentes de los datos

Siempre que sea posible, deberán emplearse los datos disponibles a nivel local. La Agencia Internacional de la Energía y la División de Estadísticas de las Naciones Unidas publican también datos energéticos para un gran número de países. Véase el *Manual de Referencia*, Secciones 1.8.2 y 1.8.3.

Además de los datos energéticos, en la metodología del *Libro de Trabajo* se presentan (cuando están disponibles) los factores de emisión por defecto y otros supuestos de partida. Para realizar el cálculo de las emisiones nacionales, los usuarios de este método tienen la libertad de sustituir cualquiera de esos supuestos o recomendaciones si disponen de otra información más precisa. Siempre que se utilice otra información distinta de los valores recomendados en el *Libro de Trabajo*, deberá incluirse una nota y adjuntarse documentación sobre las fuentes de la información.

Los usuarios deben verificar que los datos utilizados en esta sección concuerdan con los anotados en los cálculos correspondientes a la producción de CO_2 procedente de la energía. Los países en que ocurren emisiones significativas procedentes del petróleo y el gas natural deben consultar el *Manual de Referencia* donde se aborda en detalle este tema y buscar los datos disponibles localmente que permiten elaborar factores más adecuados para el país.

Metodología

En el *Manual de Referencia* se presentan tres diferentes niveles de detalle para el cálculo de estas emisiones

- Nivel 1 Método de los Factores Medios de Emisión basados en la Producción
- Nivel 2 Método del Balance de Masas.
- Nivel 3 Método de Evaluaciones Rigurosas de Fuentes Específicas.

En este *Libro de Trabajo* sólo se presenta el método del Nivel 1.

Para ello es necesario reunir los datos de la actividad (producción, etc.) para el país, seleccionando los factores de emisión a partir de la información de las tablas de valores regionales típicos (o de datos disponibles localmente), y multiplicando ambos para obtener estimaciones de las emisiones de las principales subcategorías. A continuación se describen las regiones utilizadas.



Definiciones regionales

Se han definido las regiones reconociendo las limitaciones de los datos sobre los factores de emisión y los niveles de actividad, así como las diferencias en las actividades de petróleo y gas en todo el mundo. Se recomiendan las siguientes cinco regiones:

- **EE.UU. y Canadá:**
- **Antigua URSS y Europa Oriental:** Esta región incluye los países que integraban la antigua URSS (que es sin lugar a dudas el mayor productor de petróleo y gas de la región) Albania, Bulgaria, Repúblicas Checa y Eslovaca, Hungría, Polonia, Rumania y las repúblicas de la antigua Yugoslavia.
- **Europa Occidental:** Esta región incluye: Alemania, Austria, Bélgica, Dinamarca, España, Finlandia, Francia, Gibraltar, Grecia, Holanda, Irlanda, Islandia, Islas Faroe, Italia, Luxemburgo, Malta, Noruega, Países Bajos, Portugal, Reino Unido, Suecia y Suiza.
- **Otros países exportadores de petróleo:** Esta región incluye los principales países productores de petróleo: los 11 miembros de la OPEP (Arabia Saudita, Argelia, Emiratos Árabes Unidos, Indonesia, Irán, Iraq, Kuwait, Libia, Nigeria, Qatar y Venezuela) y Ecuador, Gabón y México.
- **Resto del Mundo:** Esta región incluye los restantes países de Asia, África, Oriente Medio, Oceanía y Latinoamérica.

Cómo llenar la Hoja de trabajo

Utilice la HOJA DE TRABAJO I-7: EMISIONES DE METANO PROCEDENTES DE LAS ACTIVIDADES DE PETRÓLEO Y GAS (NIVEL I) para anotar los datos correspondientes a este submódulo.

ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE METANO EMITIDA POR LAS ACTIVIDADES DE PETRÓLEO Y GAS

- 1 Anotar en la Columna A las cifras para cada tipo de actividad de producción de petróleo y gas.

Las fuentes de los datos se han tratado más arriba. Verificar que los datos que se van a usar concuerdan con los datos de la actividad utilizados para calcular las emisiones de CO₂ procedentes de fuentes energéticas en el primer submódulo de este módulo.
- 2 Para cada tipo de actividad, indicar el factor de emisión en la Columna B.

Utilizar los datos locales disponibles o los de la Tabla I-6 que aparece a continuación. Se debe señalar que en esas tablas se presenta una gama de valores para dar cuenta de la incertidumbre implícita en ese método. Deberá utilizar su juicio para seleccionar un único valor de la gama que se presenta. También se recomienda presentar, junto con las cifras, una estimación de la incertidumbre (véanse las *Instrucciones para realizar el informe del Inventario de los gases de efecto invernadero*).

EXPLORACIÓN Y PERFORACIÓN

En la hoja de trabajo se incluye una categoría para la exploración y la perforación. Sin embargo, no se proporcionan datos de la actividad ni emisiones por defecto. Si dispone de datos locales para esos valores, deberán indicarse. Si se trabaja con las fuentes por defecto, esta categoría deberá ignorarse, ya que se da por supuesto que el componente de emisiones es bajo.

- 3 Multiplicar las cantidades de petróleo y gas correspondientes a cada actividad (Columna A) por el Factor de Emisión (Columna B) para obtener las Emisiones de CH₄ en kg de CH₄. Anotar los resultados, en kilogramos, en la Columna C.
- 4 Dividir las emisiones de CH₄ en kilogramos (Columna C) por 10⁶ para realizar la conversión a gigagramos. Anotar los resultados en la columna D, en gigagramos de CH₄ y llenar las casillas correspondientes a los “totales”.



TABLA I-6 FACTORES REGIONALES REVISADOS DE EMISIÓN DE METANO PROCEDENTES DE LOS SISTEMAS CON ACTIVIDADES DE PETRÓLEO Y GAS (kg/PJ)						
Tipo de fuente	Base	Europa Occidental	EE.UU. y Canadá	Antigua URSS, Europa Central y Oriental	Otros países exportadores de petróleo	Resto del Mundo
PRODUCCIÓN DE PETRÓLEO Y GAS						
Emisiones fugitivas y otras emisiones durante el mantenimiento de la producción de petróleo	Petróleo producido	300 - 5 000	300 - 5 000	300 - 5 000	300 - 5 000	300 - 5 000
Emisiones fugitivas y otras emisiones durante el mantenimiento de la producción de gas	Gas producido	15 000 - 27 000	46 000 - 84 000	140 000 - 314 000	46 000 - 96 000	46 000 - 96 000
Venteo y quema en mechurrios de la producción de petróleo y gas	Petróleo y gas producido ^(a)	-	3 000 - 14 000	-	-	-
	Petróleo producido	1 000 - 3 000	-	-	-	-
	Gas producido	-	-	6 000 - 30 000	758 000 - 1 046 000	175 000 - 209 000
TRANSPORTE, ALMACENAMIENTO Y REFINACIÓN DEL PETRÓLEO CRUDO						
Transporte	Petróleo transp. en buques tanque	745	745	745	745	745
Refinación	Petróleo refinado	90 - 1 400	90 - 1 400	90 - 1 400	90 - 1 400	90 - 1 400
Tanques de almacenamiento	Petróleo refinado	20 - 250	20 - 250	20 - 250	20 - 250	20 - 250
PROCESO, TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN DEL GAS NATURAL						
Emisiones procedentes del proceso, transporte y distribución	Gas producido	-	-	288 000 - 628 000	288 000 (elevado) ^(b)	288 000 (elevado) ^(b)
	Gas Consumido	72 000 - 133 000	57 000 - 118 000	-	118 000 (bajo) ^(c)	118 000 (bajo) ^(c)
Fugas en plantas industriales y centrales eléctricas	Gas no residencial consumido ^(d)	-	-	175 000 - 384 000	0 - 175 000	0 - 175 000
Fugas en los sectores residenciales y comerciales	Gas residencial consumido ^(e)	-	-	87 000 - 192 000	0 - 87 000	0 - 87 000
<p>(a) En los Estados Unidos y Canadá, las emisiones están basadas en la producción total de petróleo y gas.</p> <p>(b) El Factor de emisión de 288 000 kg/PJ de gas <u>producido</u> se emplea solamente para la estimación de las emisiones elevadas.</p> <p>(c) El Factor de emisión de 118 000 kg/PJ de gas <u>consumido</u> se emplea solamente para la estimación de las emisiones bajas.</p> <p>(d) Consumo de gas por las empresas de servicios públicos y las industrias.</p> <p>(e) Consumo de gas por los sectores residencial y comercial.</p> <p>Fuente: Preparado en base a la literatura técnica que se resume en el <i>Manual de Referencia</i></p>						

1.7 Emisiones de precursores del ozono y de SO₂ procedentes de la refinación del petróleo

Introducción

En una refinería básica el petróleo crudo se convierte en gran número de subproductos. Los productos principales de una refinería pueden incluir combustibles líquidos, coque, materias primas y productos petroquímicos primarios (como el etileno). En esta sección se contemplan las refinerías básicas, no la síntesis de productos petroquímicos. La fabricación de productos químicos forma parte del Capítulo 2, Procesos Industriales, tanto si la producción real ocurre en la refinería o en una instalación separada.

Fuentes de los datos

Los datos sobre el volumen de petróleo crudo, necesarios para emplear el método simplificado del Nivel 1, por lo general pueden obtenerse de fuentes nacionales o consultando compendios internacionales de estadísticas de energía. Los métodos del Nivel 2 requieren datos sobre las operaciones internas de las refinerías que pueden ser obtenidos solamente a nivel local por conducto de una asociación nacional de la industria que incluya a las refinerías, o dirigiéndose directamente a las refinerías. Esos contactos proporcionan también la oportunidad de obtener los factores de emisión locales que deberán emplearse en lugar de los factores por defecto que se presentan a continuación.

Cómo llenar la Hoja de trabajo

Utilice la HOJA DE TRABAJO I-8 EMISIONES DE PRECURSORES DEL OZONO Y DE SO₂ PROCEDENTES DE LA REFINACIÓN DEL PETRÓLEO para anotar los datos de este submódulo.

ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE CO, NO_x, COVDM Y SO₂

Nivel 1 - Método basado en el volumen de petróleo crudo

Un sencillo método de cálculo emplea los factores de emisión por defecto para estas cuatro categorías de emisiones atendiendo al volumen de petróleo crudo elaborado por las refinerías. Deberán emplearse los factores de emisión locales siempre que sea posible, ya que los valores, sobre todo los de los COVDM pueden oscilar considerablemente.

Uso de la HOJA DE TRABAJO I-8, Hoja 1

- 1 Anotar en la Columna A el volumen de petróleo crudo elaborado por las refinerías, expresado en miles de toneladas.
- 2 En la Columna C, sustituir los factores de emisión por defecto empleando los valores locales, si estuvieren disponibles.



- 3 Multiplicar cada una de las cifras de la Columna A por los factores de emisión indicados en la Columna C y anotar los resultados en las filas correspondientes de la Columna D.
- 4 Dividir las cifras de la Columna D por 1000 para realizar la conversión en gigagramos e indicar los resultados en la Columna E.

Métodos de Nivel 2

A continuación se presentan métodos diferentes para la estimación de las emisiones de los cuatro gases procedentes de la desintegración catalítica, el SO₂ procedente de la desulfurización y los COVDM procedentes del almacenamiento del petróleo.

En el análisis presentado en la Sección 1.8.9 del *Manual de Referencia* queda claro que los valores por defecto de los factores de emisión correspondientes a SO₂ y NO_x pueden variar considerablemente. Deberá tratarse de emplearse valores locales para esas emisiones y para los COVDM.

ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE PRECURSORES DEL OZONO Y DE SO₂ PROCEDENTES DE LA DESINTEGRACIÓN CATALÍTICA

Uso de la HOJA DE TRABAJO 1-8, Hoja 2

- 1 Indicar en la columna A el volumen de petróleo procesado en las unidades de desintegración catalítica expresado en miles de toneladas.
- 2 En la Columna C, reemplazar los factores de emisión por defecto por los valores locales, si estuvieran disponibles.
- 3 Multiplicar cada una de las cifras de la Columna A por los factores de emisión indicados en la Columna C; anotar los resultados en las filas correspondientes de la Columna D.
- 4 Dividir las cifras de la Columna D por 1000 para realizar la conversión a gigagramos e indicar los resultados en la Columna E.

ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE SO₂ PROCEDENTES DE LA RECUPERACIÓN DE AZUFRE

Uso de la HOJA DE TRABAJO 1-8, Hoja 3

- 1 Anotar en la Columna A la cantidad de azufre recuperado en toneladas.
- 2 Multiplicar esa cifra por 139 (el factor de emisión por defecto en kg/t); indicar el resultado en la Columna C.
- 3 Dividir la cifra en kg que aparece en la Columna C por 10⁶ para realizar la conversión a gigagramos; indicar el resultado en la Columna D.

ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE COVDM PROCEDENTES DEL ALMACENAMIENTO DEL PETRÓLEO

Uso de la HOJA DE TRABAJO I-8, Hoja 4

- 1 Para cada refinería del país, identificar el principal tipo de almacenamiento. Sumar el volumen de petróleo crudo para cada tipo de almacenamiento e indicar el resultado en la Columna A expresado en miles de toneladas.
- 2 Multiplicar el factor de emisión por el volumen de petróleo crudo en la Columna A e indicar el resultado en la fila correspondiente de la Columna D.
- 3 Dividir la cifra de la Columna D por 1000 e indicar el resultado en gigagramos en la Columna E.



MÓDULO		ENERGÍA					
SUBMÓDULO		CO ₂ PROCEDENTE DE FUENTES ENERGÉTICAS (MÉTODO DE REFERENCIA)					
HOJA DE TRABAJO		I-I					
HOJA		I DE 5					
		PASO I					
		A	B	C	D	E	F
		Producción	Importaciones	Exportaciones	<i>Bunkers</i> internacionales	Cambios en las existencias	Consumo aparente
TIPOS DE COMBUSTIBLES							F=(A+B-C-D-E)
Fósiles líquidos	Combustibles primarios	Petróleo crudo					
		Orimulsión					
		Líquidos de gas natural					
	Combustibles secundarios	Gasolina					
		Queroseno para aviones de reacción					
		Otros tipos de queroseno					
		Petróleo de esquisto bituminoso					
		Gasóleo / fuelóleo					
		Fuelóleo residual					
		GPL					
		Etano					
		Nafta					
		Asfalto					
		Lubricantes					
		Coque de petróleo					
		Materias primas de refinería					
Otros pr.del petróleo							
Totales de fósiles líquidos							
Fósiles sólidos	Combustibles primarios	Antracita ^(a)					
		Carbón de coque					
		Otro carbón bituminoso					
		Carbón sub bituminoso					
		Lignito					
		Esquisto bituminoso					
	Turba						
	Combustibles secundarios	Briquetas de lignito y prensadas					
	Gas de homo de coque						
Totales de fósiles sólidos							
Fósiles gaseosos	Gas natural (seco)						
Total							
Total de Biomasa							
	Biomasa sólida						
	Biomasa líquida						
	Gas de biomasa						

(a) Si la antracita no está disponible por separado, deberá incluirse con Otro carbón bituminoso.

ENERGÍA

MÓDULO		ENERGÍA						
SUBMÓDULO		CO ₂ PROCEDENTE DE FUENTES ENERGÉTICAS (MÉTODO DE REFERENCIA)						
HOJA DE TRABAJO		I-I						
HOJA		2 DE 5						
		PASO 2			PASO 3			
		G ^(a) Factor de conversión (TJ/Unidad)	H Consumo aparente (TJ)	I Factor de emisión de carbono (t C/TJ)	J Contenido de carbono (t C)	K Contenido de carbono (Gg C)		
TIPOS DE COMBUSTIBLES			H=(FxG)		J=(HxI)	K=(Jx10 ⁻³)		
Fósiles líquidos	Combustibles primarios	Petróleo crudo						
		Orimulsión						
		Líquidos de gas natural						
	Combustibles secundarios	Gasolina						
		Queroseno para aviones de reacción						
		Otros tipos de queroseno						
		Petróleo de esquisto bituminoso						
		Gasóleo / fuelóleo						
		Fuelóleo residual						
		GPL						
		Etano						
		Nafta						
		Asfalto						
		Lubricantes						
		Coque de petróleo						
		Materias primas de refinería						
		Otros productos del petróleo						
Totales de fósiles líquidos								
Fósiles sólidos	Combustibles primarios	Antracita						
		Carbón de coque						
		Otro carbón bituminoso (b)						
		Carbón sub bituminoso						
		Lignito						
		Esquisto bituminoso						
	Turba							
	Combustibles secundarios	Briquetas de lignito y prensadas						
		Gas de homo de coque						
Totales de Fósiles sólidos								
Fósiles gaseosos	Gas natural (seco)							
Total								
Total de biomasa								
	Biomasa sólida							
	Biomasa líquida							
	Gas de biomasa							

(a) Especificar unidades.

(b) Si la antracita no está disponible por separado, deberá incluírsela con los Otros carbones bituminosos..



MÓDULO		ENERGÍA					
SUBMÓDULO		CO ₂ PROCEDENTE DE FUENTES ENERGÉTICAS (MÉTODO DE REFERENCIA)					
HOJA DE TRABAJO		I-I					
HOJA		3 DE 5					
		PASO 4		PASO 5		PASO 6	
		L	M	N	O	P	
		Carbono almacenado (Gg C)	Emisiones netas de carbono (Gg C)	Fracción del carbono oxidado	Emisiones reales de carbono (Gg C)	Emisiones reales de CO ₂ (Gg CO ₂)	
TIPOS DE COMBUSTIBLES			M=(K-L)		O=(MxN)	P=(Ox[44/12])	
Fósiles líquidos	Combustibles primarios	Petróleo crudo					
		Orimulsión					
		Líquidos de gas natural					
	Combustibles secundarios	Gasolina					
		Queroseno para aviones de reacción					
		Otros tipos de queroseno					
		Petróleo de esquisto bituminoso					
		Gasóleo / fuelóleo					
		Fuelóleo residual					
		GPL					
		Etano					
		Nafta					
		Asfalto					
		Lubricantes					
		Coque de petróleo					
		Materias primas de refinería					
		Otros productos del petróleo					
Total de fósiles Líquidos							
Fósiles sólidos	Combustibles primarios	Antracita					
		Carbón de coque					
		Otro carbón bituminoso ^(a)					
		Carbón sub bituminoso					
		Lignito					
		Esquisto bituminoso					
		Turba					
	Combustibles secundarios	Briquetas de lignito y prensadas					
		Gas de horno de coque					
		Total de fósiles sólidos					
Fósiles gaseosos	Gas natural (seco)						
Total							
Total de biomasa							
	Biomasa sólida						
	Biomasa líquida						
	Gas de biomasa						

(a) Si las cifras para la antracita no estuvieran disponible por separado, deberá incluirse con los Otros carbones bituminosos.

MÓDULO		ENERGÍA					
SUBMÓDULO		CO ₂ PROCEDENTE DE FUENTES ENERGÉTICAS (MÉTODO DE REFERENCIA)					
HOJA DE TRABAJO		I-I					
HOJA		4 DE 5 EMISIONES DE <i>BUNKERS</i> INTERNACIONALES (TRANSPORTE MARÍTIMO Y AÉREO INTERNACIONAL)					
		PASO 1		PASO 2		PASO 3	
		A	B	C	D	E	F
		Cantidades entregadas (a)	Factor de Conversión (TJ/unidad)	Cantidades entregadas (TJ)	Factor de emisión de carbono (t C/TJ)	Contenido de carbono (t C)	Contenido de carbono (Gg C)
TIPOS DE COMBUSTIBLES				$C=(A \times B)$		$E=(C \times D)$	$F=(E \times 10^{-3})$
Fósiles sólidos	Otro carbón bituminoso						
	Carbón sub bituminoso						
Fósiles líquidos	Gasolina						
	Queroseno para aviones de reacción						
	Gasóleo/fuelóleo						
	Fuelóleo residual						
	Lubricantes						
		Total					

(a) Indicar las cantidades de la Tabla I-1, Hoja I, Columna D: "*Bunkers* internacionales".

MÓDULO		ENERGÍA					
SUBMÓDULO		CO ₂ PROCEDENTE DE FUENTES ENERGÉTICAS (MÉTODO DE REFERENCIA)					
HOJA DE TRABAJO		I-I					
HOJA		5 DE 5 EMISIONES DE <i>BUNKERS</i> INTERNACIONALES (TRANSPORTE MARÍTIMO Y AÉREO INTERNACIONAL)					
		PASO 4			PASO 5		PASO 6
		G	H	I	J	K	L
		Fracción del carbono almacenado	Carbono almacenado (Gg C)	Emisiones netas de carbono (Gg C)	Fracción del carbono oxidado	Emisiones reales de carbono (Gg C)	Emisiones reales de CO ₂ (Gg CO ₂)
TIPOS DE COMBUSTIBLES			$H=(F \times G)$	$I=(F-H)$		$K=(I \times J)$	$L=(K \times 44/12)$
Fósiles sólidos	Otro carbón bituminoso	0	0				
	Carbón sub bituminoso	0	0				
Fósiles líquidos	Gasolina	0	0				
	Queroseno para aviones de reacción	0	0				
	Gasóleo/fuelóleo	0	0				
	Fuelóleo residual	0	0				
	Lubricantes	0,5					
		Total ^(a)					

(a) Las emisiones procedentes de los *bunkers* internacionales no se deben añadir a los totales nacionales